

**Н.П. Ануфриев**

Российский научно-исследовательский институт  
трубной промышленности, г. Челябинск  
nickanuf@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ И РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ ВЫСОКИХ ГРУПП ПРОЧНОСТИ**

Проведены лабораторные исследования, в результате которых разработаны рациональные химический состав и режим термической обработки для бурильных труб групп прочности Z140, V150, U165, соответствующих требованиям ведущих мировых производителей.

*Ключевые слова:* высокопрочные бурильные трубы, группа прочности, механические свойства, термическая обработка, химический состав.

**N. P. Anufriev**

## **THE CHEMICAL COMPOSITION AND HEAT TREATMENT REGIMES INFLUENCE ON THE STEEL MECHANICAL PROPERTIES FOR HIGH-STRENGTH DRILL PIPE**

The laboratory investigations have been done; result in the rational chemical composition and heat treatment regime for drill pipe Z140, V150, U165 grades have been developed, meeting requirements of the leading world manufacturers.

*Key words:* high-strength drill pipe, grade, mechanical properties, heat treatment, chemical composition.

**В** настоящее время проводятся активная разработка и освоение новых месторождений со скважинами, имеющими глубину более 5 км. С целью уменьшения веса бурильной колонны возникла необходимость производства высокопрочных бурильных труб более высоких групп прочности, чем предусмотрено стандартом API 5DP (максимальная группа прочности S при минимальном пределе текучести 930 МПа). Высокопрочные бурильные трубы, по сравнению с трубами по стандарту API 5DP, должны обладать повышенными прочностными свойствами.

ми при низкой склонности к хрупкому разрушению, что окажет положительное влияние на их эксплуатационную надежность.

Проведена лабораторная выплавка опытных конструкционных сталей с добавкой карбидообразующих легирующих элементов. Для определения влияния химического состава на комплекс механических свойств в опытных марках стали варьировать содержание никеля и молибдена.

Выплавленные слитки были прокатаны в прутки диаметром 16 мм на универсальном стане 250/105×350 в температурном интервале от 1200 до 850 °С. После прокатки прутки охлаждали на спокойном воздухе.

Методом термического анализа определены критические точки  $A_{c1}$  и  $A_{c3}$  исследуемых сталей при нагреве, и построены термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита после изотермической выдержки в интервале температур от 890 до 910 °С и последующего охлаждения по различным режимам.

Изучена микроструктура опытных сталей в исходном (горячекатаном) и термообработанном состояниях. Методом подсчета пересечений границ зерен по ГОСТ 5639–82 был оценен средний условный диаметр действительного зерна опытных сталей и определен его балл при повышении температуры аустенитизации от 850 до 950 °С.

После лабораторной термической обработки образцов по различным режимам закалки и отпуска были проведены испытания на растяжение (при комнатной температуре) и ударный изгиб (при температуре –20 °С). По их результатам был оценен полученный уровень прочностных и вязко-пластических свойств.

Проведенный комплекс исследований позволил разработать рациональные химический состав стали и режим термической обработки для опытно-промышленного опробования при освоении производства бурильных труб высоких групп прочности Z140, V150, U165, удовлетворяющих новым требованиям ведущих мировых производителей.